



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Off nlegungsschrift ⑩ DE 197 42 050 A 1

⑥1 Int. Cl.⁶:
F 16 M 11/20
F 16 M 11/06
// G02B 21/00, G12B
5/00, A61B 19/00

②1 Aktenzeichen: 197 42 050.8
②2 Anmeldetag: 24. 9. 97
④3 Offenlegungstag: 25. 3. 99

DE 197 42 050 A 1

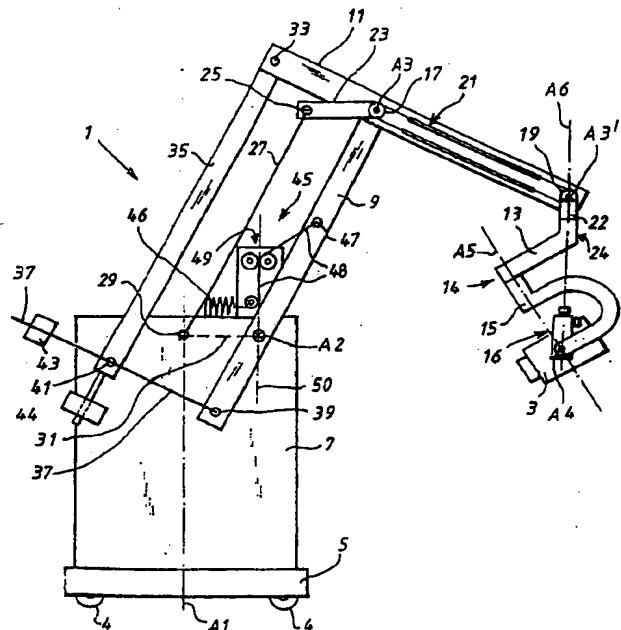
⑦1 Anmelder:
Fa. Carl Zeiss, 89518 Heidenheim, DE

⑦2 Erfinder:
Wirth, Michael, 73434 Aalen, DE; Engelfried,
Dorothea, 89551 Königsbronn, DE; Poglitsch,
Christof, 73434 Aalen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Stativ mit Gewichtsausgleich

⑤7 Ein Stativ (1) für ein bewegbar anzuordnendes Gerät (3) umfaßt einen ersten Stativteil (7), einen relativ zum ersten Stativteil (7) bewegbaren zweiten Stativteil (9, 11, 13, 15) mit einem an dem ersten Stativteil (7) angelenkten, um eine Schwenkachse (A2) schwenkbaren Schwenkarm (9), wobei auf den Schwenkarm (9) ein Drehmoment einwirkt, welches einer auf dem Schwenkarm (9) in einer Lastentfernung l von der Schwenkachse (A2) angeordneten Gewichtslast G entspricht, und einem Energiespeicher (45) zum Ausgleich der Gewichtslast G. Der Energiespeicher (45) weist zur Ausübung einer Gewichtsausgleichskraft auf einen in einem Abstand L von der Schwenkachse (A2) angeordneten Angriffspunkt (47) am Schwenkarm (9) eine Gewichtsausgleichsfeder (46) mit der Federkonstanten C und eine in einem Vertikalabstand r von der Schwenkachse (A2) angeordnete Umlenkvorrichtung (49) mit endlichem Umlenkradius auf. Dabei sind die Federkonstante c und/oder der Vertikalabstand r kleiner als ihr jeweiliger theoretischer Gewichtsausgleichssollwert, wodurch $c \cdot r < (G \cdot l)/L$, um den durch den endlichen Umlenkradius bedingten Gewichtsausgleichsfehler in einem weiten Schwenkbereich des Schwenkarms (9) zu minimieren.



DE 197 42 050 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Stativ nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Ein derartiges Stativ ist z. B. aus der DE 37 39 080 A1 bekannt. Dieses bekannte Stativ weist einen Stativständer und einen an dem Stativständer angelenkten Schwenkarm auf. Zum Ausgleich des auf den Schwenkarm einwirkenden Gewichts bzw. Drehmoments ist ein Energiespeicher mit einer Gewichtsausgleichsfeder vorgesehen, welche mit ihrem einen Ende am Stativständer befestigt ist und mit ihrem anderen Ende über ein Seil an dem Schwenkarm angelenkt ist, wobei das Seil von einer zwischen der Feder und dem Schwenkarm angeordneten Umlenkeinrichtung mit endlichem Umlenkradius in seiner Richtung umgelenkt wird.

Dadurch übt die Feder auf den Schwenkarm eine Gewichtsausgleichskraft aus, welche aufgrund des endlichen Umlenkradius nur in einer einzigen Stellung des Schwenkarms das auf den Schwenkarm einwirkende Gewicht exakt kompensiert bzw. ausgleicht, das Gewicht in allen anderen Schwenkarmstellungen aber unter- oder überkompensiert.

Die Theorie dieses Stativs ist auch in dem Aufsatz "Gewichtsausgleich an feinmechanischen Geräten" von H. Hilpert in Feingerätetechnik, Heft 2/1965 zu finden (siehe Bild 7 und Formel (22) auf Seite 63 dieses Aufsatzes). Danach ist das auf den Schwenkarm in einer Lastentfernung l von der Schwenkachse einwirkende Gewicht G dann ausgeglichen, wenn die Bedingung

$$c' \cdot r' \cdot L = G \cdot l$$

erfüllt ist, wobei

c' die Federkonstante der Gewichtsausgleichsfeder,
 r' der Vertikalabstand der Umlenkeinrichtung von der Schwenkachse und
 L der Abstand des Angriffspunkts der Gewichtsausgleichskraft von der Schwenkachse ist.

Diese Bedingung führt allerdings nur unter der Annahme einer punktförmigen Umlenkung, d. h. dann, wenn der Umlenkradius gleich Null ist, zu einem exakten Gewichtsausgleich. Diese Tatsache ist auch in dem Aufsatz von H. Hilpert im ersten Absatz der linken Spalte von Seite 63 explizit erwähnt.

Auch aus der DD 221 571 A1 ist ein gattungsgemäßes Stativ bekannt, welches eine als Schrägfläche ausgebildete Umlenkeinrichtung aufweist und einen Gewichtsausgleich entsprechend den Prinzipien in dem Aufsatz von H. Hilpert ermöglicht. Aber auch bei diesem Stativ ist der Gewichtsausgleich nicht exakt, da das Umlenkelement, welches das die Gewichtsausgleichsfeder mit dem Schwenkarm verbindende Seil umlenkt, von einer Schrägfläche mit endlicher Krümmung gebildet ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein gattungsgemäßes Stativ mit verbessertem Gewichtsausgleich zur Verfügung zu stellen.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale in Anspruch 1 gelöst.

Denn durch die erfindungsgemäße Verringerung der Federkonstanten und/oder des Vertikalabstands gegenüber ihrem jeweiligen theoretischen unkorrigierten Werten kann der durch den endlichen Umlenkradius bedingte Gewichtsausgleichsfehler in einem weiten Schwenkbereich minimiert werden. Dabei haben Versuche der Anmelderin ergeben, daß mit geeigneten Werten von Federkonstante c und Vertikalabstand r der Gewichtsausgleichsfehler über einen Schwenkbereich von 40° kleiner als 1% gehalten werden

kann, während der Fehler bei unkorrigiertem Vertikalabstand r' und unkorrigierter Federkonstante c' im angegebenen Schwenkbereich von 40° zwischen minus 4% (Drehmoment auf dem Schwenkarm ist unterkompensiert) und plus 7% (Drehmoment auf dem Schwenkarm ist überkompensiert) betrug.

Wenn die Gewichtsausgleichsfeder eine als Zugfeder geschaltete Druckfeder ist, kann ein Bruch der Gewichtsausgleichsfeder nicht zu einer unkontrollierten Abwärtsbewegung des Schwenkarms führen.

Bei einer Ausführungsform umfaßt die Umlenkeinrichtung eine Seilrolle, wobei ein über die Seilrolle laufender Seilzug die Gewichtsausgleichskraft von der Gewichtsausgleichsfeder auf den Schwenkarm überträgt. Diese Ausführungsform kombiniert die Maßnahmen zur Gewichtsausgleichsfehler-Korrektur mit einer besonders reibungsarmen Umlenkeinrichtung.

Wenn der Seilzug zwischen der Gewichtsausgleichsfeder und der Seilrolle einen vertikalen Seilzugabschnitt umfaßt und die von dem vertikalen Seilzugabschnitt definierte Vertikaltangente der Seilrolle die Schwenkachse schneidet, ist die Umlenkrolle bezüglich der Schwenkachse und bezüglich der Richtung der Gewichtsausgleichskraft in einer Art und Weise angeordnet, welche die Fehlerkorrektur durch Verringerung der Federkonstanten und/oder des Vertikalabstands besonders wirkungsvoll macht.

Dabei kann der Schwenkarm auch über die Vertikallage hinaus in zwei Richtungen verschwenkt werden, wenn die Umlenkeinrichtung eine weitere im gleichen Vertikalabstand r von der Schwenkachse angeordnete Seilrolle umfaßt.

Versuche der Anmelderin haben ergeben, daß eine besonders günstige Fehlerkorrektur mit einer zum Radius der Seilrolle proportionalen Differenz zwischen den Vertikalabstand r und seinem unkorrigiertem Wert r' erreicht werden kann.

Als besonders günstig hat es sich erwiesen, wenn die Differenz zwischen dem Vertikalabstand r und seinem unkorrigierten Wert r' das 0,35 bis 0,45fache, vorzugsweise das 0,4fache, des Radius der Seilrolle ist und die Federkonstanten c das 0,75 bis 0,85fache, vorzugsweise das 0,8fache, der unkorrigierten Federkonstante c' ist.

Das im folgenden beschriebene Stativ ist im Hinblick auf den Gewichtsausgleich in seiner Gesamtheit eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung. Das Zusammenwirken von verringertem Vertikalabstand r und/oder verringerter Federkonstante c mit den übrigen Komponenten, insbesondere Ausgleichsgewichten, Gelenkparallelogrammen, Seilparallelogramm und der Verstellvorrichtung dieses beschriebenen Stativs ist ein besonders vorteilhafter Aspekt der Erfindung.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels und der beigefügten Zeichnungen erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Stativs;

Fig. 2 eine Fig. 1 entsprechende Detailansicht des den Energiespeicher umfassenden Stativabschnitts; und

Fig. 3 eine Fig. 1 entsprechende Detailansicht des geräte-seitigen Stativabschnitts.

In Fig. 1 ist eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Stativs schematisch in einer Seitenansicht dargestellt. Das mit 1 bezeichnete Stativ trägt als Gerät ein Operationsmikroskop 3, welches durch das Stativ 1 frei positionierbar ist.

Das Stativ 1 umfaßt ein Basisteil 7, welches auf einem mittels Rollen 4 verschiebbaren Fußteil 5 um eine vertikale Drehachse A1 drehbar gelagert ist. An dem Basisteil 7 ist ein Schwenkarm 9 angelenkt, welcher um eine orthogonal

zur Zeichenebene von Fig. 1 verlaufende Schwenkachse A2 schwenkbar ist.

An dem oberen Ende des Schwenkarms 9 ist ein Tragarm 11 angelenkt, welcher relativ zum Schwenkarm 9 um eine zur Schwenkachse A2 parallele Drehachse A3 schwenkbar ist. Ein Verbindungsstück 22 ist am geräteseitigen Ende des Tragarms 11 um eine zur Drehachse A3 parallele Drehachse A3' derart angelenkt, daß das Verbindungsstück 22, wie im weiteren dargelegt, seine Ausrichtung stets beibehält. Ferner ist zwischen dem Verbindungsstück 22 und einem Gerätearm 13 ein einachsiges Drehgelenk 24 angeordnet, welches die Drehbarkeit des Gerätearms 13 um eine Drehachse A6 erlaubt.

Am geräteseitigen Ende des Gerätearms 13 ist ein Halterungsarm 15 um eine Drehachse A5 verschwenkbar angelenkt. Die Drehachse A5 liegt in der Zeichenebene von Fig. 1 und muß sich mit der stets vertikalen Drehachse A6 im allgemeinen nicht schneiden. Der Gerätearm 13 ist aus Platzgründen abgelenkt und weist an seinem halterungsarmseitigen Ende ein Drehgelenk 14 auf, welches die Drehung des Halterungsarms 15 um die Drehachse A5 ermöglicht.

An dem geräteseitigen Ende des Halterungsarms 15 ist über eine Verstellvorrichtung 16 das Operationsmikroskop 3 um die Drehachse A4 verschwenkbar angebracht. Die Drehachse A4 verläuft in der Stellung des Stativs 1 gemäß Fig. 1 orthogonal zur Zeichenebene von Fig. 1, wobei der Halterungsarm 15 derart ausgebildet ist, daß sich die Drehachsen A4 und A5 orthogonal schneiden.

Die freie Bewegbarkeit des Operationsmikroskops 3 bedeutet, daß bei einer Bewegung des Operationsmikroskops 3 allenfalls Trägheitsmomente und/oder Lagerreibungen nicht jedoch Gewichtskräfte bzw. Gewichtsdrehmomente überwunden werden müssen, d. h. das Stativ 1 muß sich bezüglich jeder seiner Dreh- bzw. Schwenkachsen in einem indifferenten Gleichgewicht befinden. Dies ist erfüllt, wenn der Schwerpunkt der zu verschwenkenden Massen auf der jeweiligen Schwenkachse liegt, d. h. dann, wenn das Stativ um diese Schwenkachse ausbalanciert ist.

Bei nicht auf der Schwenkachse liegendem Massenschwerpunkt kann als Alternative ein Energiespeicher vorgesehen werden, welcher die durch eine Änderung der Höhenlage der bewegten Masse im Schwerfeld der Erde frei werdende bzw. aufzubringende Gravitationsenergie speichert bzw. liefert und dadurch das Drehmoment des Schwerpunkts ausgleicht.

Das Stativ 1 macht, wie es im folgenden beschrieben wird, von beiden Möglichkeiten Gebrauch, wobei der Schwenkachse A2 und der Drehachse A5 jeweils ein Energiespeicher zugeordnet ist und wobei das Stativ 1 um die Drehachsen A3 und A4 auszubalancieren ist. Bei den Drehachsen A1 und A6 ist es nicht notwendig, den Schwerpunkt der jeweiligen bewegten Massen in die Drehachsen selbst zu legen, da bei einer Drehung um die stets vertikal ausgerichteten Drehachsen A1 und A6 Gravitationsenergie weder frei wird noch aufgewendet werden muß.

Zunächst wird der Gewichtsausgleich des Stativs 1 um die Drehachse A3 beschrieben.

Mittels eines einachsigen Drehgelenks 33 ist ein zum Schwenkarm 9 paralleler Parallelogrammarm 35 an dem gerätefernen Ende des Tragarms 11 angelenkt. Ferner ist eine Verbindungsstange 37 über ein einachsiges Drehgelenk 39 am tragarmfernen Ende des Schwenkarms 9 und über ein einachsiges Drehgelenk 41 am tragarmfernen Ende des Parallelogrammarms 35 angelenkt. Dabei sind die Drehachsen der Gelenke 33, 39 und 41 parallel zur Drehachse A3 und es ist sowohl der Abstand zwischen der Drehachse A3 und der Drehachse des Gelenks 33 gleich dem Abstand zwischen den Drehachsen der Gelenke 39 und 41 als auch der Abstand

zwischen der Drehachse A3 und der Drehachse des Gelenks 39 gleich dem Abstand zwischen den Drehachsen der Gelenke 33 und 41. Schwenkarm 9, Parallelogrammarm 35, Tragarm 11 und Verbindungsstange 37 bilden also ein Gelenkparallelogramm.

Auf der Verbindungsstange 37 bzw. dem Parallelogrammarm 35 ist jeweils ein Ausgleichsgewicht 43 bzw. 44 verschiebbar angeordnet, um das Stativ 1 bezüglich seiner Drehachse A3 auszubalancieren.

Dazu ist es lediglich notwendig, das verschiebbare Ausgleichsgewicht 43 bzw. 44 so zu dimensionieren bzw. anzuordnen, daß das Gelenkparallelogramm wie in Fig. 1 dargestellt stabil und offen ist, d. h. eine von Null verschiedene Fläche einschließt. Dann ist das Stativ 1 bezüglich der Drehachse A3 in dem gewünschten indifferenten Gleichgewicht.

Bei einer Gewichtsveränderung des Operationsmikroskops 3, z. B. infolge des Einsatzes von Operationsmikroskopzubehör, kann die Ausbalancierung bezüglich der Drehachse A3 durch entsprechendes Verschieben der Ausgleichsgewichte 43 und 44 wiederhergestellt werden.

Im folgenden wird der Gewichtsausgleich des Stativs 1 um die Schwenkachse A2 erläutert.

Aufgrund der Ausgleichsgewichte 43 und 44 wirken die Massen von Operationsmikroskop 3, Halterungsarm 15, Gerätearm 13 und Tragarm 11 bezüglich der Schwenkachse A2 und des Schwenkarms 9 so, als ob sich auf dem Schwenkarm 9 oder in Verlängerung des Schwenkarms 9 eine verringerte "effektive Masse" mit einem Gewicht G in einer Lastentfernung l von der Schwenkachse A2 befinden würde.

Zum Ausgleich des durch die verringerte "effektive Masse" auf den Schwenkarm 9 um die Schwenkachse A2 ausgeübten Restdrehmoments, d. h. zum Gewichtsausgleich um die Schwenkachse A2, ist der Energiespeicher 45 vorgesehen. Der Energiespeicher 45 umfaßt eine Gewichtsausgleichsfeder 46, welche mittels eines Seilzugs 48 eine Gewichtsausgleichskraft auf den Schwenkarm 9 in einem Angriffspunkt 47 ausübt. Dabei wird der Seilzug 48 über eine Umlenkeinrichtung 49 aus einer die Schwenkachse A2 enthaltenden Vertikalebene 50 zu dem Angriffspunkt 47 umgelenkt.

Die bei einer Verschwenkung des Schwenkarms 9 um die Schwenkachse A2 durch die Änderung der Höhenlage der "effektiven Masse" im Schwerfeld der Erde frei werdende bzw. aufzubringende Energie wird vom Energiespeicher 45 gespeichert bzw. geliefert.

Durch den Energiespeicher 45 kann also die Masse der Ausgleichsgewichte 43 und 44 relativ gering gehalten werden bzw. auf weitere Ausgleichsgewichte verzichtet werden, da die Ausgleichsgewichte 43 und 44 das gewünschte indifferenten Gleichgewicht nur bezüglich der Drehachse A3 herstellen müssen und da hierzu durch die relativ große Entfernung der Ausgleichsgewichte 43 und 44 von der Drehachse A3 günstige Hebelverhältnisse vorliegen. Aufgrund des Energiespeichers 45 können also die bei einer Verlagerung des Operationsmikroskops 3 zu überwindenden Trägheitskräfte relativ gering sein.

Die prinzipielle Funktionsweise eines derartigen Energiespeichers ist in dem Aufsatz "Gewichtsausgleich an feinmechanischen Geräten" von H. Hilpert in Heft 2/1965 der Zeitschrift FEINGERÄTETECHNIK, 14. Jg. erläutert. Im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Stativ sind insbesondere die in Bild 6 und in Bild 7 dieses Aufsatzes dargestellten Energiespeicher-Anordnungen von Interesse.

Der Energiespeicher 45 übt eine im Angriffspunkt 47 auf den Schwenkarm 9 einwirkende Kraft in Richtung auf die Umlenkeinrichtung 49 aus, welche dem durch die "effektive Masse" auf den Schwenkarm 9 um die Schwenkachse A2 ausgeübten Drehmoment entgegenwirkt, um den Schwen-

karm 9 und damit das gesamte Stativ bezüglich der Schwenkachse A2 in einem indifferenten Gleichgewicht zu halten.

Durch ein derartiges indifferentes Gleichgewicht kann das Operationsmikroskop 3 an jeder Stelle des durch die Beweglichkeit um die Schwenkachse A2 zugänglichen Arbeitsraums kräftefrei positioniert werden. Dabei ist dann jeder Punkt eines möglichen Verschiebungsweg des Operationsmikroskops 3 ein Gleichgewichtspunkt, in welchem die auf das Operationsmikroskop 3 einwirkende resultierende Kraft verschwindet. Bei einer Verlagerung des Operationsmikroskops 3 müssen dann allenfalls die durch die zu bewegendenden Massen bedingten Trägheitskräfte überwunden werden.

Wie es aus dem bereits zitierten Aufsatz "Gewichtsausgleich an feinmechanischen Geräten" hervorgeht, ist der Gewichtsausgleich bei der Umlenkeinrichtung 49 mit endlichem Umlenkradius nicht exakt.

Fig. 2 zeigt den Energiespeicher 45 im Detail.

Es ist zu erkennen, daß die den an die Gewichtsausgleichsfeder 46 gekoppelten Seilzug 48 zu dem Angriffspunkt 47 umlenkende Umlenkeinrichtung 49 eine erste Seilrolle 51 und eine zweite Seilrolle 53 umfaßt, welche an einem Abschnitt 55 des Basisteils 7 um zur Schwenkachse A2 parallele Drehachsen drehbar angeordnet sind.

Die Gewichtsausgleichsfeder 46 ist in einem Gehäuse 57 angeordnet und stützt sich zwischen einer Gehäusestirnwand 59 und einer in dem Gehäuse bewegbaren Scheibe 61 ab. Der Seilzug 48 ist an der Scheibe 61 befestigt, durchtritt die Stirnwand 59 und wird von einer Umlenkrolle 63 zu den Seilrollen 51 und 53 umgelenkt. Dabei verläuft der zwischen der Umlenkrolle 63 und dem Berührungspunkt 65 der beiden Seilrollen 51 und 53 liegende Abschnitt des Seilzugs 48 in der die Schwenkachse A2 enthaltenden Vertikalebene 50.

Gemäß dem Aufsatz von H. Hilpert ist das Stativ bezüglich des auf den Schwenkarm in einer Lastentfernung l von der Schwenkachse A2 einwirkende Gewicht G ausgeglichen, wenn

$$c' \cdot r' \cdot L = G \cdot l,$$

wobei c' die Federkonstante der Gewichtsausgleichsfeder, r' der Vertikalabstand der Umlenkeinrichtung von der Schwenkachse und L der Abstand des Angriffspunktes von der Schwenkachse ist.

Diese Bedingung gewährleistet jedoch nur dann einen exakten Gewichtsausgleich, wenn der Seilzug zwischen dem Berührungspunkt 65 und dem Angriffspunkt 47 entlang einer Geraden verlaufen würde. Der endliche Radius der Seilrolle 51 bzw. 53 jedoch führt dazu, daß der Seilzug 48 zwischen dem Berührungspunkt 65 und dem Angriffspunkt 47 einen auf dem Umfang der Seilrolle 51 (bzw. der Seilrolle 53 bei nach links verschwenktem Schwenkarm 9) verlaufenden Bogenabschnitt umfaßt.

Um bei einer Umlenkeinrichtung mit endlichen Umlenkradius dennoch einen weitestgehend exakten Gewichtsausgleich erreichen zu können, gilt erfindungsgemäß:

$$c \cdot r < (G \cdot l) / L$$

wobei c die Federkonstante der Feder 46 ist und der Vertikalabstand r die Entfernung zwischen dem Berührungspunkt 65 und der Schwenkachse A2 ist.

Diese im Hinblick auf den endlichen Umlenkradius korrigierten Werte c und r werden ausgehend von c' und vorgegebenem r' derart bestimmt, daß die Differenz zwischen r und r' das 0,4fache des Radius der Seilrolle 51 ist und die Feder-

konstante c das 0,8fache von c' ist.

Für den Gewichtsausgleich um die Drehachse A5 ist ein im Gerätearm 13 angeordneter, in Fig. 3 angedeuteter, weiterer Energiespeicher 95 vorgesehen, welcher ebenfalls nach dem in dem Aufsatz von H. Hilpert dargelegten Prinzip arbeitet.

Zu Fig. 1 zurückkommend wird im folgenden erläutert, warum die Drehachse A6 stets vertikal ausgerichtet ist und damit auf einen der Drehachse A6 zugeordneten Energiespeicher bzw. auf eine Einjustierung des Schwerpunkts der um die Drehachse A6 verschwenkten Massen auf die Drehachse A6 verzichtet werden kann.

Zentrisch zur Drehachse A3 ist am oberen Ende des Schwenkarms 9 eine fest mit einem stets horizontal ausgerichteten Horizontalarm 23 verbundene Umlenkrolle 17 gelagert. Am gerätearmseitigen Ende des Tragarms 11 ist eine weitere relativ zum Tragarm 11 drehbare Umlenkrolle 19 zentrisch um eine zur Drehachse A3 parallele Drehachse A3' gelagert, wobei ein geschlossener Seilzug 21 schlupffrei um die Umlenkrollen 17 und 19 herum verläuft. Dabei ist an der Umlenkrolle 19 das Verbindungsstück 22 drehfest angeordnet.

Der an der Umlenkrolle 17 unverdrehbar angeordnete Horizontalarm 23 ist über ein einachsiges Drehgelenk 25 mit einem Ende einer Parallelogrammstange 27 verbunden, wobei die Parallelogrammstange 27 an ihrem anderen Ende über ein einachsiges Drehgelenk 29 an dem Basisteil 7 des Stativs 1 angelenkt ist. Dabei verlaufen die Drehachsen der Gelenke 25 und 29 parallel zur Drehachse A2 bzw. A3.

Der zwischen den Drehachsen A2 und A3 gelegene Abschnitt des Schwenkarms 9 bildet zusammen mit der Parallelogrammstange 27 sowie dem Horizontalarm 23 und der gedachten, und deshalb in Fig. 1 gestrichelt dargestellten Verbindungslinie 31 zwischen der Schwenkachse A2 und dem Gelenk 29 ein weiteres Gelenkparallelogramm. Es ist also der Abstand zwischen der Schwenkachse A2 und der Drehachse A3 gleich dem Abstand zwischen der Drehachse des Drehgelenks 25 und der Drehachse des Drehgelenks 29. Ferner ist der Abstand zwischen der Schwenkachse A2 und der Drehachse des Gelenks 29 gleich dem Abstand zwischen der Drehachse A3 und der Drehachse des Gelenks 25. Da sich zudem die horizontale Lage der gestrichelt dargestellten Verbindungslinie 31 bei einer Verschwenkung des Stativs 1 um die Achsen A1 bis A6 nicht ändert, ist der Horizontalarm 23 unabhängig von der jeweiligen Stellung des Schwenkarms 9 stets horizontal ausgerichtet.

Bei einer Verschwenkung des Tragarms 11 um die Drehachse A3 oder bei einer Verschwenkung des Schwenkarms 9 um die Schwenkachse A2 drehen sich die Umlenkrollen 17 und 19 gegenüber dem Tragarm 11 stets so, daß die Orientierung der Umlenkrollen 17 und 19 relativ zur Vertikalrichtung konstant bleibt, da ja der Horizontalarm 23 fest mit der Umlenkrolle 17 verbunden ist und die Umlenkrolle 17 über den ein Seilparallelogramm bildenden, geschlossenen Seilzug 21 mit der Umlenkrolle 19 gekoppelt ist.

Da der Gerätearm 13 über das Verbindungsstück 22 fest mit der Umlenkrolle 19 verbunden ist, bleibt auch seine Orientierung relativ zur Vertikalrichtung immer konstant. Deshalb bleibt die Drehachse A6 selbst bei einer Verschwenkung des Schwenkarms 9 oder des Tragarms 11 stets vertikal ausgerichtet.

In Fig. 3 ist der den vorderen Abschnitt des Tragarms 11, den Gerätearm 13, den Halterungsarm 15 und das Operationsmikroskop 3 umfassende Bereich des Stativs 1 dargestellt.

In Fig. 3 ist zu erkennen, daß der geschlossene Seilzug 21 im Bereich der Umlenkrollen 17 und 19 als biegbares Seil 81 und zwischen den Rollen 17 und 19 als starrer Stangen-

abschnitt 83 bzw. 85 ausgebildet ist. Die Seilabschnitte 81 umgreifen die Umlenkrollen 17 und 19 schlupffrei und sind derart dimensioniert, daß über den gesamten Schwenkbereich des Tragarms 11 eine Berührung zwischen den starren Stangenabschnitten 83 und 85 und den Umlenkrollen 17 bzw. 19 vermieden wird. 5

Durch eine derartige Ausgestaltung des die Umlenkrollen 17 und 19 sowie den geschlossenen Seilzug 21 umfassenden Seilparallelogramms können unter Beibehaltung des Gewichtsvorteils eines Seilparallelogramms gegenüber einem Gestängeparallelogramm die durch ein Seil bedingten, hystereseartigen Seildehnungseffekte weitgehend minimiert werden. Dadurch kann das geringe Gewicht eines Seilzugs mit der hohen Steifigkeit eines Gestänges kombiniert werden. Ohne die Seilparallelogrammzugstangen 83 und 85 wäre zur Unterdrückung dieser hystereseartigen Dehnungseffekte eine sehr hohe Seilvorspannung erforderlich, welche die Lager der Umlenkrollen 17 und 19 übermäßig belasten würde. 15

Mit der zwischen den Halterungsarm 15 und das Operationsmikroskop 3 geschalteten Verstellvorrichtung 16 kann der Schwerpunkt des Operationsmikroskops 3 auf die Drehachse A4 gebracht werden und damit das Stativ 1 schließlich um die Drehachse A4 ausbalanciert werden. Eine derartige Verstellvorrichtung 16 ist z. B. aus der EP 0 433 426 B1 bekannt. 25

Patentansprüche

1. Stativ (1) für ein bewegbar anzuordnendes Gerät (3), umfassend 30

- einen ersten Stativteil (7),
 - einen relativ zum ersten Stativteil (7) bewegbaren zweiten Stativteil (9, 11, 13, 15) mit einem an dem ersten Stativteil (7) angelenkten, um eine Schwenkachse (A2) schwenkbaren Schwenkarm (9), wobei auf den Schwenkarm (9) ein Drehmoment einwirkt, welches einer auf dem Schwenkarm (9) in einer Lastentfernung l von der Schwenkachse (A2) angeordneten Gewichtslast G entspricht, 40
 - und einem Energiespeicher (45) zum Ausgleich der Gewichtslast G, welcher zur Ausübung einer Gewichtsausgleichskraft auf einen in einem Abstand L von der Schwenkachse (A2) angeordneten Angriffspunkt (47) am Schwenkarm (9) eine Gewichtsausgleichsfeder (46) mit der Federkonstanten c und eine in einem Vertikalabstand r von der Schwenkachse (A2) angeordnete Umlenkeinrichtung (49) mit endlichem Umlenkradius aufweist, 50
- dadurch gekennzeichnet, daß**
die Federkonstante c und/oder der Vertikalabstand r kleiner sind als ihr jeweiliger theoretischer Gewichtsausgleichssollwert, wodurch 55

$$c \cdot r < (G \cdot l)/L,$$

um den durch den endlichen Umlenkradius bedingten Gewichtsausgleichsfehler in einem weiten Schwenkbereich des Schwenkarms (9) zu minimieren. 60

2. Stativ (1) nach Anspruch 1, wobei die Gewichtsausgleichsfeder (46) eine als Zugfeder geschaltete Druckfeder ist.

3. Stativ (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Umlenkeinrichtung (49) eine Seilrolle (51) umfaßt und ein über die Seilrolle (51) laufender Seilzug (48) die Gewichtsausgleichskraft von der Gewichtsausgleichsfeder (46) auf den Schwenkarm (9) überträgt. 65

der (46) auf den Schwenkarm (9) überträgt.

4. Stativ (1) nach Anspruch 3, wobei der Seilzug (48) zwischen der Gewichtsausgleichsfeder (46) und der Seilrolle (51) einen vertikalen Seilzugabschnitt umfaßt und die von dem vertikalen Seilzugabschnitt definierte Vertikaltangente der Seilrolle (51) die Schwenkachse (A2) schneidet.

5. Stativ (1) nach Anspruch 4, wobei die Umlenkeinrichtung (49) eine weitere im gleichen Vertikalabstand r von der Schwenkachse (A2) angeordnete Seilrolle (53) umfaßt.

6. Stativ (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Differenz zwischen dem Vertikalabstand r und seinem unkorrigierten Theoriewert r' bei vorgegebener unkorrigierter Federkonstanten c', für die $c' \cdot r' \cdot L = G \cdot l$ gilt, proportional zum Radius der Seilrolle ist.

7. Stativ (1) nach Anspruch 6, wobei die Differenz zwischen dem Vertikalabstand r und dem unkorrigierten Wert r' das 0,35 bis 0,45fache, vorzugsweise das 0,4fache, des Radius der Seilrolle ist und die Federkonstanten c das 0,75 bis 0,85fache, vorzugsweise das 0,8fache, der unkorrigierten Federkonstanten c' ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1

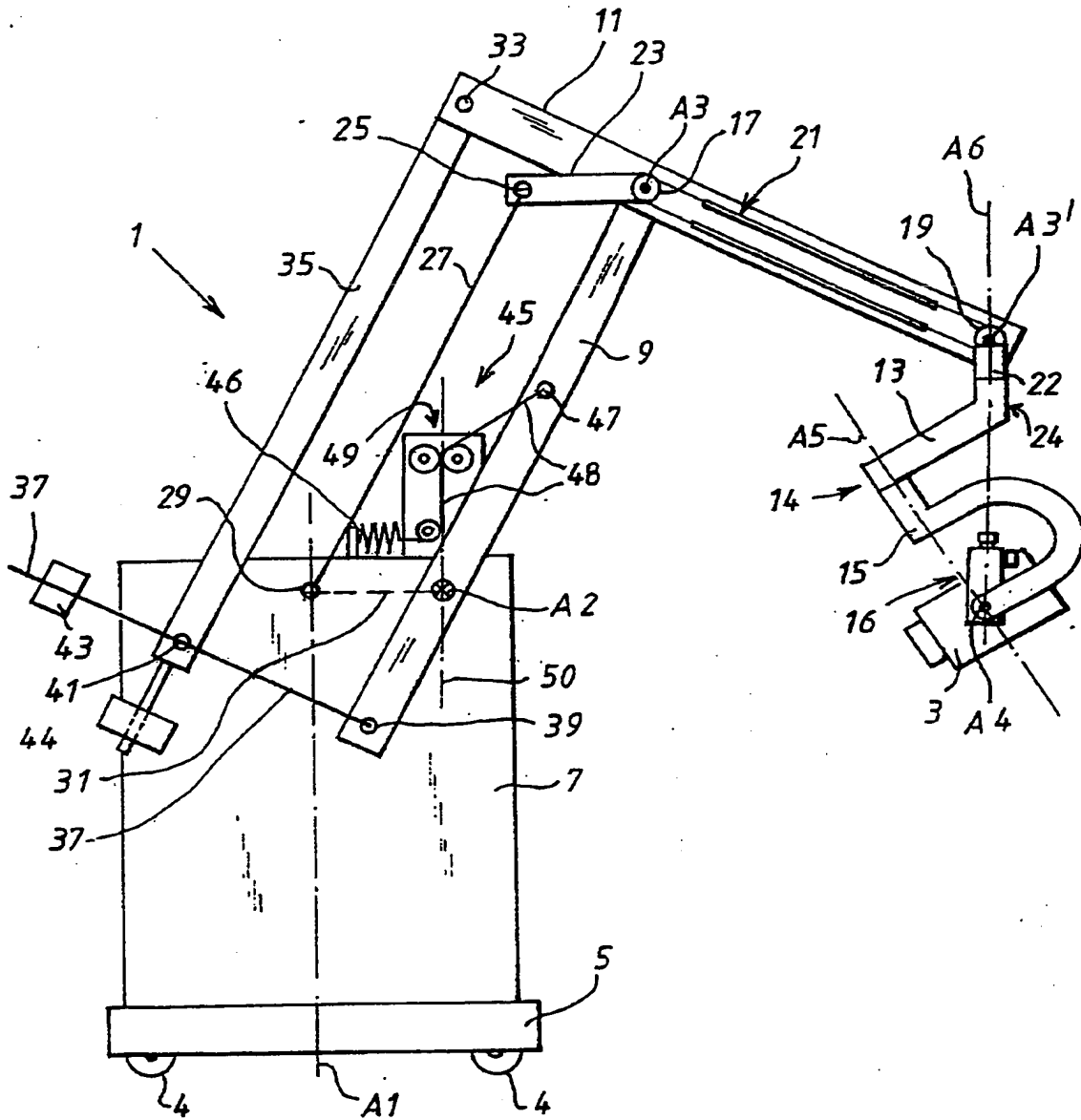


FIG. 3

